

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2002239458
PUBLICATION DATE : 27-08-02

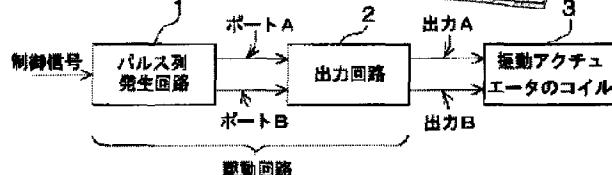
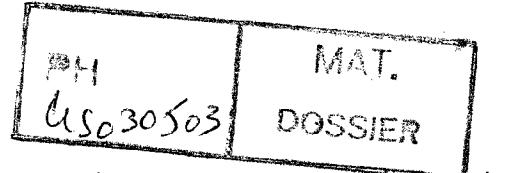
APPLICATION DATE : 21-02-01
APPLICATION NUMBER : 2001045758

APPLICANT : TDK CORP;

INVENTOR : ISHIWATARI JUNICHI;

INT.CL. : B06B 1/04 B06B 1/14 H02K 33/16

TITLE : DRIVE CIRCUIT FOR VIBRATION
ACTUATOR IN MOBILE
COMMUNICATION EQUIPMENT



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a drive circuit which stabilizes the operations of a vibration actuator, causes no noise such as collision sound from the actuator and effectively transmits the vibration condition of the actuator to a user by periodically changing the amplitudes of the vibration.

SOLUTION: In order to drive an electromagnetic conversion type vibration actuator having nonlinear characteristics, the drive circuit is provided with a pulse train generating circuit 1 which generates two system pulse trains and an outputting circuit 2 which power amplifies the two system pulse trains and makes the trains compatible with the operating voltage and the operating current of the actuator. By the circuit 1, the driving frequency of the actuator is swept in with a prescribed period between a first frequency which is lower than the resonance frequency of the actuator and makes the vibration amplitudes of the actuator smaller and a second frequency which is lower than the resonance frequency and makes the vibration amplitudes larger than the first frequency.

COPYRIGHT: (C)2002,JPO

6
ds

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-239458

(P2002-239458A)

(43)公開日 平成14年8月27日 (2002.8.27)

(51)Int.Cl.⁷

B 06 B 1/04

1/14

H 02 K 33/16

識別記号

F I

テ-マコ-ト^{*}(参考)

B 06 B 1/04

A 5 D 1 0 7

S 5 H 6 3 3

1/14

H 02 K 33/16

A

審査請求 未請求 請求項の数8 O L (全 7 頁)

(21)出願番号

特願2001-45758(P2001-45758)

(22)出願日

平成13年2月21日 (2001.2.21)

(71)出願人 000003067

ティーディーケイ株式会社

東京都中央区日本橋一丁目13番1号

(72)発明者 小林 光一

東京都中央区日本橋一丁目13番1号ティーディーケイ株式会社内

(72)発明者 石渡 淳一

東京都中央区日本橋一丁目13番1号ティーディーケイ株式会社内

(74)代理人 100079290

弁理士 村井 隆

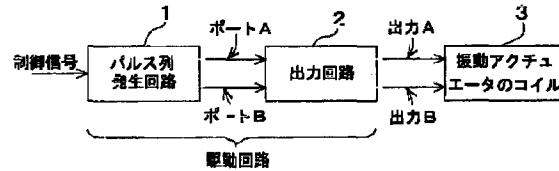
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 移動体通信機器における振動アクチュエータの駆動回路

(57)【要約】

【課題】 振動アクチュエータの動作が安定で、衝突音等の騒音の発生がなく、しかも振動振幅を周期的に変化させて使用者に振動状態を効果的に伝える。

【解決手段】 非線形特性を有する電磁変換型振動アクチュエータを駆動する場合に、2系統のパルス列を発生するパルス列発生回路1と、それらの2系統のパルス列を電力増幅して振動アクチュエータの動作電圧と動作電流に適合させる出力回路2とを設けている。パルス列発生回路1により、振動アクチュエータの共振周波数よりも低く前記振動アクチュエータの振動振幅が小さい範囲の第1の周波数と、前記共振周波数よりも低く前記第1の周波数よりも振動振幅が大きくなる第2の周波数との間で、駆動周波数を所定周期で掃引する構成である。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 非線形特性を有する電磁変換型振動アクチュエータを駆動する移動体通信機器における振動アクチュエータの駆動回路において、前記振動アクチュエータの共振周波数よりも低く前記振動アクチュエータの振動振幅が小さい範囲の第1の周波数と、前記共振周波数よりも低く前記第1の周波数よりも振動振幅が大きくなる第2の周波数との間で、駆動周波数を所定周期で掃引することを特徴とする移動体通信機器における振動アクチュエータの駆動回路。

【請求項2】 前記振動アクチュエータを正方向、逆方向に駆動する信号ラインを2本持つパルス列発生回路を備える請求項1記載の移動体通信機器における振動アクチュエータの駆動回路。

【請求項3】 前記振動アクチュエータを正方向、逆方向に駆動する期間に休止期間を設けた請求項2記載の移動体通信機器における振動アクチュエータの駆動回路。

【請求項4】 前記パルス列発生回路がメモリ及びアドレスカウンタを有し、前記メモリに駆動条件を記憶させておき、前記アドレスカウンタで前記メモリの読み出しアドレスを変えることにより前記駆動条件に基づいた正方向、逆方向に駆動する信号を出力するものである請求項2又は3記載の移動体通信機器における振動アクチュエータの駆動回路。

【請求項5】 前記パルス列発生回路がマイクロプロセッサを有し、該マイクロプロセッサによって駆動条件に基づいた正方向、逆方向に駆動する信号を出力するものである請求項2又は3記載の移動体通信機器における振動アクチュエータの駆動回路。

【請求項6】 前記パルス列発生回路に複数の駆動条件を記憶させておき、前記複数の駆動条件の少なくともいずれかに基づいた正方向、逆方向に駆動する信号を出力するものである請求項4又は5記載の移動体通信機器における振動アクチュエータの駆動回路。

【請求項7】 前記パルス列発生回路の電源電圧と振動アクチュエータの電源電圧を異なる値にできるようにした出力回路を備える請求項2, 3, 4, 5又は6記載の移動体通信機器における振動アクチュエータの駆動回路。

【請求項8】 前記周期は数分の1秒乃至数秒である請求項1, 2, 3, 4, 5, 6又は7記載の移動体通信機器における振動アクチュエータの駆動回路。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、機械的共振特性を持つ電磁変換型の振動アクチュエータの駆動回路に係り、とくに携帯電話あるいはペジャー等の移動体通信機器等の使用者に着信状態を振動で伝えるシステムに適用するに当たり、効果的に振動アクチュエータを駆動するための移動体通信機器における振動アクチュエータの駆

動回路に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 本発明が対象とする電磁変換型振動アクチュエータは固有の共振特性を持っているが、非線形特性を有するバネを含んでいるため、共振特性にヒステリシス特性を持っており、その駆動法には工夫が必要となる。

【0003】 本発明で対象とする電磁変換型振動アクチュエータは、(1) 永久磁石及びこの取付部材で構成される質量mの重り、(2) 中心位置復帰用のバネ1個又は2個、(3) 電磁力で永久磁石を駆動させるためのコイル及びその他の構造材より構成されており、その振動モデルは図10に示される。

【0004】 前記振動アクチュエータで使用しているバネは板バネであるが、バネの応力と変位の間には図11のよう非線形特性がある。図11(A)はバネの応力対変位特性、同図(B)はバネの応力対バネ定数の関係を示し、バネの応力が大きくなるとバネ定数が変化してしまうことを示す。

【0005】 図10の振動モデルの振動アクチュエータはLC共振回路と同様に共振特性を示すが、バネの非線形特性のため、図12のようなヒステリシスを持った周波数特性を示す。コイルの駆動周波数fを、アクチュエータの共振周波数f₁よりも充分低い周波数f₁からスタートし、徐々に上昇させて行くと、その振幅は共振カーブに沿って増大して行き、B点を経て共振周波数f₁のC点に到着した瞬間にD点にジャンプし、振幅の小さい状態に移行してしまう。ここで、駆動周波数fをf₁よりも下げても、振幅の大きなC点以前の状態には復帰できず、E点に相当する周波数f₃まで下げなければ、F点を経て振幅の大きな状態に復帰できないというヒステリシス特性を持っている。

【0006】 従って、非線形特性の振動アクチュエータの駆動周波数を可変して駆動するためには、一般に共振周波数f₁に対しマージンを持った周波数f₂以下で駆動することが必要である。

【0007】 なお、別の方法として、米国特許第5828295号公報に記載の技術があり、この特許では共振周波数に達して振幅が小さくなった状態を検出し、元の振幅が大きな状態に戻す方法を提案している。しかし、この方法では、共振状態にまで達するように駆動しているので、重りの振動振幅は振動アクチュエータのQ値(共振カーブの鋭さ)で決まる値まで増大すると考えられ、Q値は重り、バネ等の個体バラツキ、振動アクチュエータを実装する装置側の構造等で変化しやすく、振動アクチュエータの振動限界寸法を超えて振動して衝突音を発生させたり、動作不安定になったりする恐れがあり、更に振動モードが任意に設計できないという問題があった。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】本発明の第1の目的は、上記の点に鑑み、振動アクチュエータの動作が安定で、衝突音等の騒音の発生のない移動体通信機器における振動アクチュエータの駆動回路を提供することにある。

【0009】本発明の第2の目的は、振動アクチュエータの振動振幅を周期的に変化させて使用者に振動状態を効果的に伝えることの可能な移動体通信機器における振動アクチュエータの駆動回路を提供することにある。

【0010】本発明のその他の目的や新規な特徴は後述の実施の形態において明らかにする。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本願請求項1の発明は、非線形特性を有する電磁変換型振動アクチュエータを駆動する移動体通信機器における振動アクチュエータの駆動回路において、前記振動アクチュエータの共振周波数よりも低く前記振動アクチュエータの振動振幅が小さい範囲の第1の周波数と、前記共振周波数よりも低く前記第1の周波数よりも振動振幅が大きくなる第2の周波数との間で、駆動周波数を所定周期で掃引することを特徴としている。

【0012】本願請求項2の発明に係る移動体通信機器における振動アクチュエータの駆動回路は、請求項1において、前記振動アクチュエータを正方向、逆方向に駆動する信号ラインを2本持つパルス列発生回路を備えることを特徴としている。

【0013】本願請求項3の発明に係る移動体通信機器における振動アクチュエータの駆動回路は、請求項2において、前記振動アクチュエータを正方向、逆方向に駆動する期間に休止期間を設けたことを特徴としている。

【0014】本願請求項4の発明に係る移動体通信機器における振動アクチュエータの駆動回路は、請求項2又は3において、前記パルス列発生回路がメモリ及びアドレスカウンタを有し、前記メモリに駆動条件を記憶させておき、前記アドレスカウンタで前記メモリの読み出しアドレスを変えることにより前記駆動条件に基づいた正方向、逆方向に駆動する信号を出力することを特徴としている。

【0015】本願請求項5の発明に係る移動体通信機器における振動アクチュエータの駆動回路は、請求項2又は3において、前記パルス列発生回路がマイクロプロセッサを有し、該マイクロプロセッサによって駆動条件に基づいた正方向、逆方向に駆動する信号を出力することを特徴としている。

【0016】本願請求項6の発明に係る移動体通信機器における振動アクチュエータの駆動回路は、請求項4又は5において、前記パルス列発生回路に複数の駆動条件を記憶させておき、前記複数の駆動条件の少なくともいずれかに基づいた正方向、逆方向に駆動する信号を出力することを特徴としている。

【0017】本願請求項7の発明に係る移動体通信機器における振動アクチュエータの駆動回路は、請求項2、3、4、5又は6において、前記パルス列発生回路の電源電圧と振動アクチュエータの電源電圧を異なる値にできるようにした出力回路を備えることを特徴としている。

【0018】本願請求項8の発明に係る移動体通信機器における振動アクチュエータの駆動回路は、請求項1、2、3、4、5、6又は7において、前記周期は数分の1秒乃至数秒であることを特徴としている。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る移動体通信機器における振動アクチュエータの駆動回路の実施の形態を図面に従って説明する。

【0020】図1乃至図7で本発明に係る移動体通信機器における振動アクチュエータの駆動回路の第1の実施の形態を説明する。

【0021】図1は駆動回路の全体構成のブロック図であり、2系統のパルス列を発生するパルス列発生回路1と、このパルス列発生回路1の2系統のパルス列を電力増幅して振動アクチュエータの動作電圧と動作電流に適合させる出力回路2とを備えている。パルス列発生回路1には振動のオン、オフを制御する制御信号が入力される。また、パルス列発生回路1の出力には第1の系統のパルス列を出力するポートAと第2の系統のパルス列を出力するポートBの2つがあり、例えばポートAが振動アクチュエータを正方向に駆動する信号ラインであれば、ポートBは振動アクチュエータを負方向に駆動する信号ラインとなる。ポートAの出力信号は出力回路2で電力増幅されて出力Aの出力信号となり、ポートBの出力信号は出力回路2で電力増幅されて出力Bの出力信号となる。出力回路2の出力Aは振動アクチュエータのコイル3の一端に、出力Bはコイル3の他端に接続されている。

【0022】携帯電話あるいはペジャー等の移動体通信機器等が着信状態になり、振動により使用者に着信を知らせる場合、制御信号がオン(ON)になり、本駆動回路が動作状態になる。パルス列発生回路1から2本のポートA、Bに出力信号が出され、これらが出力回路2で電力増幅されて振動アクチュエータを正方向と負方向に交互に駆動させる信号としてコイル3に印加される。制御信号がオフ(OFF)になると、上記の動作状態が終了する。

【0023】ここで、本実施の形態では、人間の感覚の特性である、一定の継続的振動刺激よりも、周期的に変化する振動刺激の方が、はるかに感知されやすいという性質に適合する駆動方式としている。つまり、振動アクチュエータの共振周波数 f_0 よりも十分低い下限周波数 f_1 と、共振周波数 f_0 よりも少し低く、外部条件の変化や振動アクチュエータの特性バラツキによる共振周波

数の変動を考慮して安定動作を確保できる上限周波数 f_2 の間の周波数範囲で駆動周波数が所定周期で掃引（スイープ）されるように設定する。上限周波数 f_2 は共振周波数 f_r の 80~90% 程度とする。共振周波数 f_r に近接し過ぎると動作が不安定になる危険性があり、共振周波数 f_r から離れすぎると効率が低下する。下限周波数 f_1 は振幅の変化が人体に感知できるように通常上限周波数 f_2 の数分の 1 の振動振幅となる点に設定する。

【0024】図2はそれらの点に配慮した駆動回路全体のタイミングチャートである。図2 (A) の制御信号がONになると、同図 (B) のように下限周波数 f_1 から徐々に駆動周波数 f を増加させ、上限周波数 f_2 に達したら、徐々に駆動周波数 f を下降させ、下限周波数 f_1 に達したら、再度、以上の周波数の上昇・下降を繰り返し、制御信号がOFFになるまで継続するものである。この結果、図2 (C) のように振動アクチュエータの振動振幅は共振周波数に近づく上限周波数 f_2 では大きく、共振周波数から離れた下限周波数 f_1 では小さくなり、周期的に変動することになる。下限周波数 f_1 と上限周波数 f_2 との間の駆動周波数 f は任意に増減可能であり、一周期内の駆動周波数 f の上昇乃至下降カープ及び時間は任意に設定できる。

【0025】一例として、本実施の形態で使用した振動アクチュエータにおいては、共振周波数 f_r は約 120 Hz であり、下限周波数 $f_1 = 70$ Hz、上限周波数 $f_2 = 100$ Hz とし、 f_1 と f_2 の間を数分の 1 秒乃至数秒の周期（好ましくは 1~4 Hz の周期）で駆動周波数 f を掃引すると効果的に振動を感じることができた。

【0026】図3はパルス列発生回路1から2つの出力ポート（ポートA、ポートB）へ出力されるパルス列のタイミングチャートである。図3 (A) の制御信号がオンとなると、同図 (B) のポートAを一定時間オン（ハイレベル）にした後オフ（ローレベル）にし、次に同図 (C) のようにポートBを一定時間オンにした後オフにする動作を繰り返すものであるが、この繰り返し周期の逆数は駆動周波数に相当する。この繰り返し周期を適切に増減すれば、図3 (D) の振動アクチュエータコイルへの出力の駆動周波数を設計意図通りに変化させることができる。

【0027】図4 (A) ~ (D) のパルス列のタイミングチャートは図3の動作を改善したものであり、ポートA、ポートBのそれぞれのオンの期間の間に一定のパルス休止期間（ポートA、ポートB共にオフ）を設けたものであり、この結果、振動アクチュエータを正方向、逆方向に駆動する期間に休止期間が設けられることになる。これによって、次の項目の改善を図ることができる。

【0028】(1) 出力回路2の半導体の内、オンから

オフにスイッチングする方に動作遅延が生じた時、オフからオンにスイッチングする方がオンになった瞬間、両方の半導体が共にオンになる期間が生じ、出力回路2の+電源と-電源の間に貫通電流が流れ、電池の消耗を早めてしまう。

【0029】(2) 振動アクチュエータの可動部を正方向あるいは負方向へ休止期間なしに駆動する方法は、可動部が慣性運動しているのにさからって逆方向電流を流すものであり、駆動エネルギーの無駄使いで、電池の消耗を早めてしまう。

【0030】改善策は上記(1)、(2)の欠点を除去するものであり、いずれも以下に示すパルス列発生回路を採用したことにより実現された。

【0031】図5はパルス列発生回路1の具体例である。制御信号がONになった後、クロックパルスによりアドレスカウンタ10をカウントアップする構成とし、該アドレスカウンタ10の出力を読み出し専用メモリ（以下ROMとする。）11の読み出しアドレス入力とし、アドレスで指定されたROM11のデータを読み出してそれぞれポートA、ポートBのデータとするものであり、振動アクチュエータの動作に必要とされるデータをROM11に記憶させておけば目的とする動作を行わせることができる。

【0032】なお、周波数を掃引する1周期の最後のデータに相当するアドレスにアドレスカウンタ10をクリアし、リターンさせるデータを書き込んでおけば、繰り返して周波数を掃引させることができる。

【0033】また、アドレスカウンタ10の0番地に、ポートA、ポートBを共にオフにすべきデータを書き込んでおけば、待機状態等において振動アクチュエータのコイルに無駄な電流が流れるのを防止することができる。

【0034】もちろん、これらアドレスカウンタ10やROM11等の構成要素を専用部品として用意することではなく、本振動アクチュエータを実装する移動体通信機器側にあるLSI等の一部に組み込むことが可能である。

【0035】また、振動アクチュエータを取り付ける携帯電話等の移動体通信機器の種類により寸法、質量、構造等が相異するため、周波数範囲などの駆動条件を変更しなければならない場合は、ROMのデータの内容を変更するだけで対処でき、異なる回路部（ハードウェア）を何種類も用意する必要はないという特徴がある。例えば、パルス列発生回路としてのROMに書き込む内容を変更してもよいし、予めROMに複数の駆動条件のデータを記憶させておき、移動体通信機器に適合する駆動条件を、記憶された複数の駆動条件データから選択するようにしてもよい。

【0036】図6は図5のパルス列発生回路の具体例を用いたときのタイミングチャートである。図6 (A) は

制御信号、同図(B)はクロックパルス、同図(C)はポートAのROMデータ、同図(D)はポートBのROMデータ、同図(E)は周波数掃引の1周期の終わりを示すクリア信号である。

【0037】図7は出力回路2の具体例である。この図において、Q1とQ3はPチャネルFET、Q2とQ4はNチャネルFETであり、Q1のゲートとQ2のゲートを接続してポートA信号の入力とし、Q1のドレインとQ2のドレインを接続して出力Aとしている。Q3とQ4もQ1、Q2と同じように接続し同様にポートB信号の入力と出力Bとしている。パルス列発生回路1のポートAの信号がオンになると出力Aはローレベルとなり、ポートAの信号がオフになると出力Aはハイレベルとなるようになっており、ポートBに関しても同様になっている。

【0038】Q1、Q3のソースは振動アクチュエータ駆動用電源の+側に接続し、Q2とQ4のソースは振動アクチュエータ駆動用電源の-側(パルス列発生回路のコモン電源、すなわちグランドに一致)に接続されている。

【0039】この振動アクチュエータ駆動用電源電圧はパルス列発生回路1の電源電圧と一致させる必要はなく、この出力回路2の機能として両者の電圧が相異なる場合の調整の役割を果たすことができる。

【0040】この第1の実施の形態によれば、次の通りの効果を得ることができる。

【0041】(1) 非線形特性を有する電磁変換型振動アクチュエータを駆動する場合において、共振周波数よりも低く、振動振幅が小さい範囲の下限周波数 f_1 と、共振周波数の近傍でこれよりも低く、振動振幅が大きく、しかも振動アクチュエータの特性バラツキや外部条件の変化による共振周波数の変動を考慮したマージンを確保した上限周波数 f_2 の間で、所定周期で駆動周波数を掃引するように構成したので、共振周波数で駆動する場合の動作の不安定性やバネの変形、故障、騒音の発生等の問題を解決でき、騒音の無い、安定した信頼性の高い動作が可能である。また、振動振幅を周期的に変化させることで、所持者に確実に感知されるようにすることが可能である。

【0042】(2) 図4のように振動アクチュエータを正方向、逆方向に駆動する期間に休止期間を設けることで、出力回路2の貫通電流の発生防止を図り、振動アクチュエータの可動部の慣性運動に逆らわないようにして、電池の消耗を軽減できる。

【0043】(3) 図5のようにROMを利用したパルス列発生回路を用いることで、多様な駆動条件を作成可能であり、多種多様な携帯電話等の移動体通信機器に対応できる。例えば、パルス列発生回路としてのROMに書き込む内容を変更してもよいし、予めROMに複数の駆動条件のデータを記憶させておき、移動体通信機器に

適合する駆動条件を、記憶された複数の駆動条件データから選択するようにしてもよい。

【0044】(4) 図7のような出力回路2を用いることで、パルス列発生回路1の電源電圧と振動アクチュエータの電源電圧を異なる値に設定可能である。

【0045】図8及び図9で本発明の第2の実施の形態を説明する。図8は図5とは別の構成によるパルス列発生回路である。つまり、演算制御部21、タイマ・カウンタ割込制御部22、メモリ部23(例えばROM)、入出力制御部24等からなるマイクロプロセッサの一部を活用するものである。なお、他の出力回路等の構成は前述の第1の実施の形態と同様でよい。

【0046】制御信号がタイマ・カウンタ割込制御部22に入力されて振動アクチュエータを動作させるべき状況を検出した場合、最初、入出力制御部24のポートAをONにする割込みを発生させてポートAをON状態に保ち、ポートAをOFFにするタイミングになったら、ポートAをOFFにする割込みを発生させ、必要に応じてパルスを休止すべき時間を確保し、ポートBに対してもポートAと同様な出力をさせ、以後周波数掃引の条件に合わせてポートAとポートBを適当なタイミングでONにする方式である。

【0047】周波数掃引をするタイミングを決めるためのデータはメモリ部23に記憶させておけば良く、前記したように異なる移動体通信機器に適合させるために異なる条件で駆動する場合はメモリ部23に記憶させる内容を変更すれば良い。あるいは、複数の駆動条件を予めメモリ部23に記憶しておき、そのうちのいずれかを選択するようにしてもよい。

【0048】本実施の形態でのメモリ部23としても電源オフ時にも記憶内容の消去されないタイプのメモリが適している。

【0049】また、このマイクロプロセッサは本機能のため専用することではなく、移動体通信機器に元々持っているマイクロプロセッサの一部の機能を活用することができる。

【0050】なお、上記各実施の形態において、ROM11又はメモリ部23に複数の駆動条件のデータを記憶させておき、着信の種類(呼び出し、メッセージ等)に応じて記憶された複数の駆動条件の中から選択して、振動アクチュエータを正方向、逆方向に駆動する信号を出力する構成としてもよい。

【0051】以上本発明の実施の形態について説明してきたが、本発明はこれに限定されることなく請求項の記載の範囲内において各種の変形、変更が可能なことは当業者には自明であろう。

【0052】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、振動アクチュエータの動作が安定で、衝突音等の騒音の発生が無く、しかも振動アクチュエータの振動振幅を周

期的に変化させて使用者に振動状態を効果的に伝達可能な移動体通信機器における振動アクチュエータの駆動回路を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る移動体通信機器における振動アクチュエータの駆動回路の第1の実施の形態を示すブロック図である。

【図2】第1の実施の形態における駆動回路全体のタイミングチャート図である。

【図3】第1の実施の形態におけるパルス列発生回路のタイミングチャート図である。

【図4】パルス列発生回路の他のタイミングチャート図である。

【図5】第1の実施の形態におけるパルス列発生回路の具体例のブロック図である。

【図6】図5の具体例の場合のタイミングチャート図である。

【図7】第1の実施の形態における出力回路の具体例の回路図である。

【図8】本発明の第2の実施の形態であって、パルス列

発生回路の部分を示すブロック図である。

【図9】第2の実施の形態のタイミングチャート図である。

【図10】電磁変換型振動アクチュエータの振動モデルを示す説明図である。

【図11】バネの非線形特性を示す説明図である。

【図12】電磁変換型振動アクチュエータの周波数特性を示すグラフである。

【符号の説明】

1 パルス列発生回路

2 出力回路

3 コイル

10 アドレスカウンタ

11 R O M

21 演算制御部

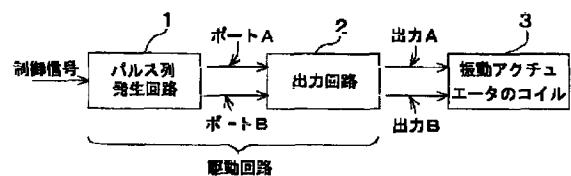
22 タイマ・カウンタ割込制御部

23 メモリ部

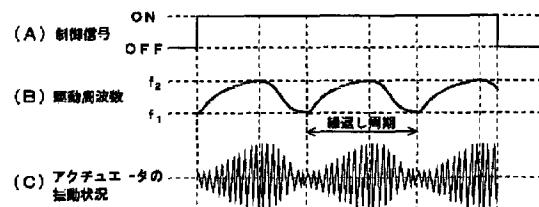
24 入出力制御部

Q1, Q2, Q3, Q4 F E T

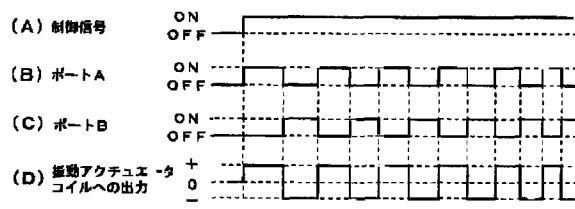
【図1】



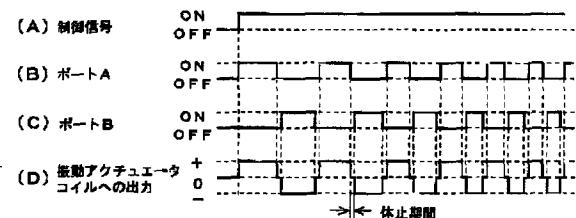
【図2】



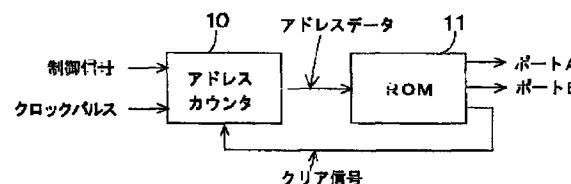
【図3】



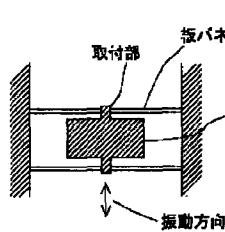
【図4】



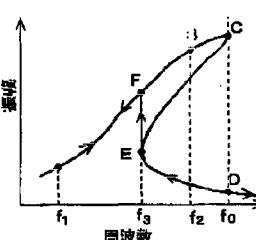
【図5】



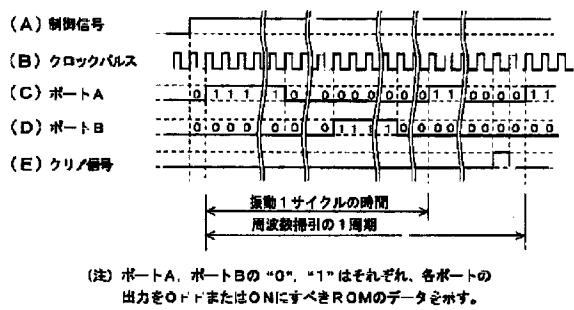
【図10】



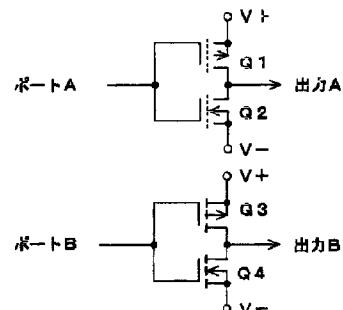
【図12】



【図6】

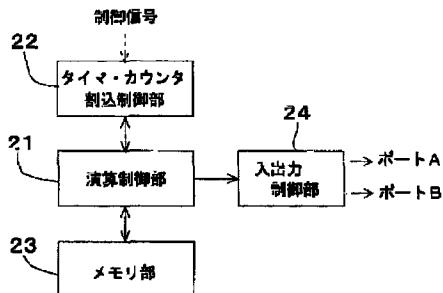


【図7】

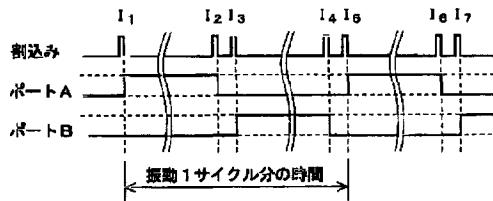


V+は振動アクチュエータ駆動用電源の十個
V-は振動アクチュエータ駆動用電源の一側

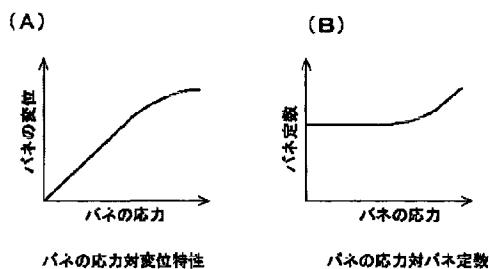
【図8】



【図9】



【図11】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5D107 AA06 AA14 AA16 BB08 CC09
 CC10 CD01 CD05 CD08 FF10
 5H633 BB04 GG02 GG16 GG21 HH03
 JA03